

3700 ~~expd~~ #3
PATENT APPLICATION 3747

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Yukihiro NAKASAKA et al.

Application No.: 10/058,305

Filed: January 30, 2002

Docket No.: 111568

For: CONTROL APPARATUS FOR MULTI-CYLINDER INTERNAL COMBUSTION
ENGINE AND CONTROL METHOD



RECEIVED

MAR 26 2002

TECHNOLOGY CENTER R3700

CLAIM FOR PRIORITY

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2001-028685 filed February 5, 2001

Japanese Patent Application No. 2001-165247 filed May 31, 2001

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

 X are filed herewith.

 were filed on in Parent Application No. filed .

 will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff
Registration No. 27,075

Mario A. Costantino
Registration No. 33,565

JAO:MAC/ccs
Date: February 21, 2002

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

DEPOSIT ACCOUNT USE
AUTHORIZATION

Please grant any extension
necessary for entry;
Charge any fee due to our
Deposit Account No. 15-0461



日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月 5日

RECEIVED

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-02868

MAR 20

TECHNOLOGY CENT.

[ST.10/C]:

[JP2001-028685]

出 願 人

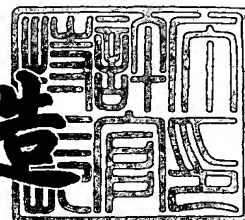
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2002年 1月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3116325

【書類名】 特許願

【整理番号】 1005131

【提出日】 平成13年 2月 5日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 F01L 13/00

【発明の名称】 多気筒内燃機関の制御装置

【請求項の数】 15

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 定金 伸治

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077517

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石田 敬

 【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092624

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100117020

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 榊原 弘造

【選任した代理人】

 【識別番号】 100082898

 【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709208

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多気筒内燃機関の制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 気筒間ばらつきを抑制するようにした多気筒内燃機関の制御装置において、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいては制限されないように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 2】 気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 1 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 3】 気筒間ばらつきを抑制するようにした多気筒内燃機関の制御装置において、吸気弁の作用角が所定作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 4】 気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁の作用角に基づいては制限されないように吸気弁の作用角が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 3 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 5】 気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁の作用角に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁の作用角が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 4 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 6】 吸気弁の作用角が最大作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 3 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 7】 気筒間ばらつきを抑制するようにした多気筒内燃機関の制御装置において、吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が所定量に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 8】 気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されないように吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 7 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 9】 気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 8 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 10】 吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 7 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 11】 気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 12】 気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁開度に基づいては制限されず、吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性のばらつきを抑制することを特徴

とする請求項 1 1 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 1 3】 気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、吸気弁の作用角が前記所定作用角よりも小さい作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸入空気量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 3 ～ 6 のいずれか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 1 4】 気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、吸気弁の作用角が前記所定作用角よりも小さい作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁の作用角のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 3 ～ 6 のいずれか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 1 5】 ニューラルネットワークを用いて気筒間のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は多気筒内燃機関の制御装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、気筒間ばらつきを抑制するようにした多気筒内燃機関の制御装置が知られている。この種の多気筒内燃機関の制御装置の例としては、例えば特開平 6 - 2 1 3 0 4 4 号公報に記載されたものがある。特開平 6 - 2 1 3 0 4 4 号公報に記載された多気筒内燃機関の制御装置では、空燃比センサの出力値に基づいて複数気筒のうちのどの気筒の空燃比がいくつであるかを算出し、各気筒のバルブリフト量を制御することにより、気筒間の空燃比のばらつきが抑制されている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、特開平 6 - 2 1 3 0 4 4 号公報に記載された多気筒内燃機関の制御

装置のように空燃比センサの出力値に基づいて複数気筒のうちのどの気筒の空燃比がいくつであるかが算出され、各気筒のバルブリフト量が制御されると、気筒間の空燃比のばらつきが抑制されるものの、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合には気筒間のトルクのばらつきが生じてしまい、脈動が生じてしまうおそれがあった。一方、特開平 6 - 2 1 3 0 4 4 号公報に記載された多気筒内燃機関の制御装置では、気筒間の空燃比のばらつきが抑制されても気筒間のトルクのばらつきが生じてしまうおそれがあることが考慮されていない。従って、特開平 6 - 2 1 3 0 4 4 号公報に記載された多気筒内燃機関の制御装置によっては、気筒間の空燃比のばらつきが抑制されるものの気筒間のトルクのばらつきが生じてしまう状況を回避することができないおそれがあった。

【 0 0 0 4 】

前記問題点に鑑み、本発明は気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制することができる多気筒内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明によれば、気筒間ばらつきを抑制するようにした多気筒内燃機関の制御装置において、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいては制限されないように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【 0 0 0 6 】

請求項 2 に記載の発明によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 1 に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【 0 0 0 7 】

請求項 1 及び 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいては制限されないように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。好適には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するとき、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定される。すなわち、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁開度と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁開度とをほぼ等しくしておくことにより、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときその気筒内に吸入される吸入空気量と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときその気筒内に吸入される吸入空気量とを等しくすることができる。更に請求項 1 及び 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときその気筒内に吸入される吸入空気量と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときその気筒内に吸入される吸入空気量とを等しくした上で、排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきが抑制される。すなわち、すべての気筒の吸入空気量が等しくされた上で、すべての気筒の排気ガス空燃比が等しくなるように燃料噴射量が補正される。そのため、特開平 6 - 2 1 3 0 4 4 号公報に記載された多気筒内燃機関の制御装置のように気筒間の空燃比のばらつきが抑制されるものの、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合に気筒間のトルクのばらつきが生じてしまい、脈動が生じてしまうのを回避することができる。つまり、気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制することができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 3 に記載の発明によれば、気筒間ばらつきを抑制するようにした多気筒内燃機関の制御装置において、吸気弁の作用角が所定作用角に設定されている気

筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【0009】

請求項4に記載の発明によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁の作用角に基づいては制限されないように吸気弁の作用角が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項3に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【0010】

請求項5に記載の発明によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁の作用角に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁の作用角が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項4に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【0011】

請求項6に記載の発明によれば、吸気弁の作用角が最大作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項3に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【0012】

請求項3～6に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、吸気弁の作用角が所定作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。詳細には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁の作用角に基づいては制限されないように吸気弁の作用角が設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。好適には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁の作用角に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁の作用角が設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。最適には、吸気弁の作用角が最大作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ある気筒の排気ガス空燃

比を算出するとき、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁の作用角に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁の作用角が最大作用角に設定される。すなわち、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁開度と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁開度とをほぼ等しくしておくことにより、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量とを等しくすることができる。更に請求項 3～6 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量とを等しくした上で、排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきが抑制される。すなわち、すべての気筒の吸入空気量が等しくされた上で、すべての気筒の排気ガス空燃比が等しくなるように燃料噴射量が補正される。そのため、特開平 6-213044 号公報に記載された多気筒内燃機関の制御装置のように気筒間の空燃比のばらつきが抑制されるものの、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合に気筒間のトルクのばらつきが生じてしまい、脈動が生じてしまうのを回避することができる。つまり、気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制することができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の発明によれば、気筒間ばらつきを抑制するようにした多気筒内燃機関の制御装置において、吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が所定量に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の発明によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されないように吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特

徴とする請求項 7 に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【0015】

請求項 9 に記載の発明によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 8 に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【0016】

請求項 10 に記載の発明によれば、吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 7 に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【0017】

請求項 7 ～ 10 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が所定量に設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。詳細には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されないように吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。好適には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。最適には、吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量に設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するとき、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されず、スロットル弁開度に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量に設定される。すなわち、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁開度と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときのスロツ

トル弁開度とをほぼ等しくしておくことにより、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量とを等しくすることができる。更に請求項 7～10 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量とを等しくした上で、排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきが抑制される。すなわち、すべての気筒の吸入空気量が等しくされた上で、すべての気筒の排気ガス空燃比が等しくなるように燃料噴射量が補正される。そのため、特開平 6-213044 号公報に記載された多気筒内燃機関の制御装置のように気筒間の空燃比のばらつきが抑制されるものの、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合に気筒間のトルクのばらつきが生じてしまい、脈動が生じてしまうのを回避することができる。つまり、気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制することができる。

【0018】

請求項 11 に記載の発明によれば、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 1～10 のいずれか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【0019】

請求項 12 に記載の発明によれば、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁開度に基づいては制限されず、吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 11 に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 1 及び 1 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出され、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性のばらつきが抑制される。好適には、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁開度に基づいては制限されず、吸気弁又は排気弁のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出され、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒の排気ガス空燃比と他の気筒の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性が変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 3 に記載の発明によれば、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、吸気弁の作用角が前記所定作用角よりも小さい作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸入空気量のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 3 ～ 6 のいずれか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 3 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、吸気弁の作用角が前記所定作用角よりも小さい作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出され、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸入空気量のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒の排気ガス空燃比と他の気筒の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒の吸気弁の作用角が変更せしめられる。そのため、

気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸入空気量のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 4 に記載の発明によれば、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、吸気弁の作用角が前記所定作用角よりも小さい作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁の作用角のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 3 ～ 6 のいずれか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 4 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、吸気弁の作用角が前記所定作用角よりも小さい作用角に設定されている気筒の排気ガス空燃比が算出され、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁の作用角のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒の排気ガス空燃比と他の気筒の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒の吸気弁の作用角が変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁の作用角のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 5 に記載の発明によれば、ニューラルネットワークを用いて気筒間のばらつきを抑制することを特徴とする請求項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置が提供される。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 5 に記載の多気筒内燃機関の制御装置では、ニューラルネットワークを用いて気筒間のばらつきが抑制される。そのため、ニューラルネットワークを用いない場合よりも効果的に気筒間のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

【0028】

図1は本発明の内燃機関の制御装置の第一の実施形態の概略構成図、図2は図1に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の詳細図、図3は図2に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の平面図である。図1～図3において、1は内燃機関、2は吸気弁、3は排気弁、4は吸気弁を開閉させるためのカム、5は排気弁を開閉させるためのカム、6は吸気弁用カム4を担持しているカムシャフト、7は排気弁用カム5を担持しているカムシャフトである。図4は図1に示した吸気弁用カム及びカムシャフトの詳細図である。図4に示すように、本実施形態のカム4のカムプロファイルは、カムシャフト中心軸線の変化している。つまり、本実施形態のカム4は、図4の左端のノーズ高さが右端のノーズ高さよりも大きくなっている。すなわち、本実施形態の吸気弁2のバルブリフト量は、バルブリフタがカム4の左端と接しているときよりも、バルブリフタがカム4の右端と接しているときの方が小さくなる。

【0029】

図1～図3の説明に戻り、8は気筒内に形成された燃焼室、9はバルブリフト量を変更するために吸気弁2に対してカム4をカムシャフト中心軸線方向に移動させるためのバルブリフト量変更装置である。つまり、バルブリフト量変更装置9を作動することにより、カム4の左端（図4）においてカム4とバルブリフタとを接触させたり、カム4の右端（図4）においてカム4とバルブリフタとを接触させたりすることができる。バルブリフト量変更装置9によって吸気弁2のバルブリフト量が増え変わると、それに伴って、吸気弁2の開口面積が増え変わることになる。本実施形態の吸気弁2では、バルブリフト量が増え変わることによって吸気弁2の開口面積が増え変わることになっている。10はバルブリフト量変更装置9を駆動するためのドライバ、11は吸気弁2の開弁期間を増え変わることなく吸気弁の開閉タイミングをシフトさせるための開閉タイミングシフト装置である。つまり、開閉タイミングシフト装置11を作動することにより、吸気弁2の開閉タイミングを進角側にシフトさせたり、遅角側にシフトさせたりすることができる。12は開閉タイミングシフト装置11を作動するための油圧を制御する

オイルコントロールバルブである。尚、本実施形態における可変動弁機構には、バルブリフト量変更装置 9 及び開閉タイミングシフト装置 11 の両者が含まれることになる。

【0030】

13 はクランクシャフト、14 はオイルパン、15 は燃料噴射弁、16 は吸気弁 2 のバルブリフト量及び開閉タイミングシフト量を検出するためのセンサ、17 は機関回転数を検出するためのセンサである。18 は気筒内に吸入空気を供給する吸気管内の圧力を検出するための吸気管圧センサ、19 はエアフローメータ、20 は内燃機関冷却水の温度を検出するための冷却水温センサ、21 は気筒内に供給される吸入空気の吸気管内における温度を検出するための吸入空気温度センサ、22 は ECU（電子制御装置）である。50 はシリンダ、51、52 は吸気管、53 はサージタンク、54 は排気管、55 は点火栓、56 はアクセルペダル開度とは無関係に開度を変更せしめられるスロットル弁、57 は排気ガス空燃比を検出するための空燃比センサである。

【0031】

図 5 は図 1 に示したバルブリフト量変更装置等の詳細図である。図 5 において、30 は吸気弁用カムシャフト 6 に連結された磁性体、31 は磁性体 30 を左側に付勢するためのコイル、32 は磁性体 30 を右側に付勢するための圧縮ばねである。コイル 31 に対する通電量が増加されるに従って、カム 4 及びカムシャフト 6 が左側に移動する量が増加し、吸気弁 2 のバルブリフト量が減少せしめられることになる。

【0032】

図 6 はバルブリフト量変更装置が作動されるのに伴って吸気弁のバルブリフト量が増加する様子を示した図である。図 6 に示すように、コイル 31 に対する通電量が減少されるに従って、吸気弁 2 のバルブリフト量が増加せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。また本実施形態では、バルブリフト量変更装置 9 が作動されるのに伴って、吸気弁 2 の開弁期間も変更せしめられる。つまり、吸気弁 2 の作用角も変更せしめられる。詳細には、吸気弁 2 のバルブリフト量が増加せしめられるのに伴って、吸気弁 2 の作用角が増加せしめられる（実線→破線→一点

鎖線)。更に本実施形態では、バルブリフト量変更装置 9 が作動されるのに伴って、吸気弁 2 のバルブリフト量がピークとなるタイミングも変更せしめられる。詳細には、吸気弁 2 のバルブリフト量が増加せしめられるのに伴って、吸気弁 2 のバルブリフト量がピークとなるタイミングが遅角せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。

【 0 0 3 3 】

図 7 は図 1 に示した開閉タイミングシフト装置等の詳細図である。図 7 において、4 0 は吸気弁 2 の開閉タイミングを進角側にシフトさせるための進角側油路、4 1 は吸気弁 2 の開閉タイミングが遅角側にシフトさせるための遅角側油路、4 2 はオイルポンプである。進角側油路 4 0 内の油圧が増加されるに従い、吸気弁 2 の開閉タイミングが進角側にシフトせしめられる。つまり、クランクシャフト 1 3 に対するカムシャフト 6 の回転位相が進角せしめられる。一方、遅角側油路 4 1 の油圧が増加されるに従い、吸気弁 2 の開閉タイミングが遅角側にシフトせしめられる。つまり、クランクシャフト 1 3 に対するカムシャフト 6 の回転位相が遅角せしめられる。

【 0 0 3 4 】

図 8 は開閉タイミングシフト装置が作動されるのに伴って吸気弁の開閉タイミングがシフトする様子を示した図である。図 8 に示すように、進角側油路 4 0 内の油圧が増加されるに従って吸気弁 2 の開閉タイミングが進角側にシフトされる（実線→破線→一点鎖線）。このとき、吸気弁 2 の開弁期間は変更されない、つまり、吸気弁 2 が開弁している期間の長さは変更されない。

【 0 0 3 5 】

図 9 は第二の実施形態の内燃機関の制御装置の吸気系等の詳細図である。図 9 において、図 1 ～図 8 に示した参照番号と同一の参照番号は、図 1 ～図 8 に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示している。本実施形態において、排気弁駆動用カムは図 4 に示した吸気弁駆動用カム 4 とほぼ同様に構成されている。9' は排気弁 3 のバルブリフト量を変更するために排気弁 3 に対して排気弁駆動用カムをカムシャフト中心軸線の方角に移動させるためのバルブリフト量変更装置である。このバルブリフト量変更装置 9' は、バルブリフト量変更装置 9 とほ

ば同様に構成されている。11' は排気弁3の開弁期間を変更することなく排気弁の開閉タイミングをシフトさせるための開閉タイミングシフト装置である。この開閉タイミングシフト装置11' は、開閉タイミングシフト装置11とほぼ同様に構成されている。

【0036】

図10は第三の実施形態の内燃機関の制御装置の吸気系等の詳細図である。図10において、図1～図8に示した参照番号と同一の参照番号は、図1～図8に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示している。58は個々の吸気弁2（図3参照）をそれぞれ独立して駆動することができる例えば電磁駆動式の吸気弁駆動装置である。58' は個々の排気弁3（図3参照）をそれぞれ独立して駆動することができる例えば電磁駆動式の排気弁駆動装置である。

【0037】

尚、上述した第一から第三の実施形態の変形例では、スロットル弁56を排除することも可能である。

【0038】

上述した第一から第三の実施形態及びそれらの変形例において、空燃比センサ57の出力値に基づいて複数気筒#1～#4のうちのどの気筒の空燃比がいくつであるかを算出し、各気筒の吸気弁2及び／又は排気弁3のバルブリフト量を制御すると、気筒間の空燃比のばらつきを抑制することができる。ところが、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合には、気筒間の空燃比のばらつきが抑制されたとしても、気筒間のトルクのばらつきが生じてしまい、脈動が生じてしまう。そこで第一から第三の実施形態及びそれらの変形例では、気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制するために後述するような制御が行われる。

【0039】

図11は第一から第三の実施形態及びそれらの変形例の燃料噴射量ばらつき学習方法を示したフローチャートである。このルーチンは所定時間間隔で実行される。図11に示すように、このルーチンが開始されると、まずステップ100において、吸気弁2の作用角が例えば図6に一点鎖線で示すように最大になってい

るか否かが判断される。YES のときには、シリンダ 5 0 内に吸入される吸入空気がスロットル弁 5 6 の開度又は吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて決定され、気筒間の吸気弁 2 の作用角のばらつきが存在するとしても、それに伴って吸入空気量が気筒間でばらつくことはないと判断し、ステップ 1 0 1 に進む。一方、NO のとき、つまり、吸気弁 2 の作用角が比較的小さく吸気弁 2 の開口面積が比較的小さいときには、シリンダ 5 0 内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 の開口面積に基づいて決定され、仮に気筒間の吸気弁 2 の作用角のばらつきが存在する場合には吸入空気量が気筒間でばらついてしまい、燃料噴射量のばらつき学習を行うことができないと判断し、このルーチンを終了する。

【0 0 4 0】

ステップ 1 0 1 では複数気筒 # 1 ~ # 4 のうちの特定気筒 (N 番気筒) の排気ガス空燃比を算出するタイミングであるか否かが判断される。YES のときにはステップ 1 0 2 に進み、NO のときには、このルーチンを終了する。ステップ 1 0 2 では、N 番気筒の排気ガス空燃比が数サイクル分ほど検出され、それらの平均空燃比が算出される。この平均空燃比の算出は、すべての気筒 # 1 ~ # 4 について行われる。次いでステップ 1 0 3 では、各気筒 # 1 ~ # 4 内に吸入される吸入空気量が等しくなっているとの考えに基づき、ステップ 1 0 2 において算出された各気筒 # 1 ~ # 4 の空燃比から気筒間の燃料噴射量のばらつき ΔQ_n が算出される。

【0 0 4 1】

次いでステップ 1 0 4 では、ステップ 1 0 3 において算出された気筒間の燃料噴射量のばらつき ΔQ_n に基づいて燃料噴射量のばらつき率 Q_{rate-n} が算出される。次いでステップ 1 0 5 では、気筒間の燃料噴射量のばらつきがなくなるように、各気筒 # 1 ~ # 4 の燃料噴射量が補正される。

【0 0 4 2】

第一から第三の実施形態によれば、吸気弁 2 の作用角が最大作用角に設定されているとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、気筒内に吸入される吸入空気

量が吸気弁 2 の作用角に基づいては制限されないように吸気弁 2 の作用角が設定されているとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。より詳細には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 の作用角に基づいては制限されず、スロットル弁 5 6 の開度に基づいて制限されるように吸気弁 2 の作用角が設定されているとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ステップ 1 0 2 においてある気筒の排気ガス空燃比を算出する場合には、不図示のステップにおいて、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 の作用角に基づいては制限されず、スロットル弁 5 6 の開度に基づいて制限されるように吸気弁 2 の作用角が最大作用角に設定される。すなわち、1 番気筒 # 1 の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁 5 6 の開度と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁 5 6 の開度とをほぼ等しくしておくことにより、1 番気筒 # 1 の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒 # 1 内に吸入される吸入空気量と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒 # 2 ~ # 4 内に吸入される吸入空気量とを等しくすることができる。

【 0 0 4 3 】

更に第一から第三の実施形態によれば、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒 # 1 内に吸入される吸入空気量と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒 # 2 ~ # 4 内に吸入される吸入空気量とが等しくなるとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 5 において、排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきが抑制される。すなわち、すべての気筒の吸入空気量が等しくされた上で、すべての気筒の排気ガス空燃比が等しくなるように燃料噴射量が補正される。そのため、気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制することができる。

【 0 0 4 4 】

言い換えれば、第一から第三の実施形態によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 のバルブ開特性に基づいては制限されず、スロットル弁 5 6 の開

度に基づいて制限されるように吸気弁 2 のバルブ開特性が設定されているとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ステップ 1 0 2 においてある気筒の排気ガス空燃比を算出する場合には、不図示のステップにおいて、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 のバルブ開特性に基づいては制限されず、スロットル弁 5 6 の開度に基づいて制限されるように吸気弁 2 のバルブ開特性が設定される。

【 0 0 4 5 】

また、スロットル弁 5 6 が設けられていない第一から第三の実施形態の変形例によれば、第一から第三の実施形態と同様に、吸気弁 2 の作用角が最大作用角に設定されているとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 の作用角に基づいては制限されないように吸気弁 2 の作用角が設定されているとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。より詳細には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 の作用角に基づいては制限されず、吸気管 5 1、5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて制限されるように吸気弁 2 の作用角が設定されているとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ステップ 1 0 2 においてある気筒の排気ガス空燃比を算出する場合には、不図示のステップにおいて、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 の作用角に基づいては制限されず、吸気管 5 1、5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて制限されるように吸気弁 2 の作用角が最大作用角に設定される。

【 0 0 4 6 】

言い換えれば、第一から第三の実施形態の変形例によれば、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 のバルブ開特性に基づいては制限されず、吸気管 5 1、5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて制限されるように吸気弁 2 のバルブ開特性が設定されているとステップ 1 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ステ

ステップ 1 0 2 においてある気筒の排気ガス空燃比を算出する場合には、不図示のステップにおいて、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 のバルブ開特性に基づいては制限されず、吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて制限されるように吸気弁 2 のバルブ開特性が設定される。

【 0 0 4 7 】

図 1 2 は第三の実施形態及びその変形例の吸気弁作用角ばらつき学習方法を示したフローチャートである。このルーチンは、図 1 1 に示したルーチンと同様に所定時間間隔で実行される。図 1 2 に示すように、このルーチンが開始されると、まずステップ 1 5 0 において、図 1 1 に示したステップ 1 0 5 の実行が完了したか否かが判断される。全気筒の燃料噴射量の補正が完了しているときにはステップ 1 5 1 に進み、まだ完了していないときには気筒間の吸気弁 2 の作用角のばらつきを抑制することができないと判断し、このルーチンを終了する。ステップ 1 5 1 では、吸気弁 2 の作用角が予め定められた閾値以下であるか否かが判断される。つまり、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁 5 6 の開度に基づいては制限されず、吸気弁 2 の作用角に基づいて制限されるように、吸気弁 2 の作用角が比較的小さい値に設定されているか否かが判断される。YES のときにはステップ 1 5 2 に進み、NO のときには、このルーチンを終了する。

【 0 0 4 8 】

ステップ 1 5 2 では複数気筒 # 1 ~ # 4 のうちの特定気筒 (N 番気筒) の排気ガス空燃比を算出するタイミングであるか否かが判断される。YES のときにはステップ 1 5 3 に進み、NO のときには、このルーチンを終了する。ステップ 1 5 3 では、N 番気筒の排気ガス空燃比が数サイクル分ほど検出され、それらの平均空燃比が算出される。この平均空燃比の算出は、すべての気筒 # 1 ~ # 4 について行われる。次いでステップ 1 5 4 では、各気筒 # 1 ~ # 4 の燃料噴射量が等しくなっているとの考えに基づき、ステップ 1 5 3 において算出された各気筒 # 1 ~ # 4 の空燃比から気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ が算出される。

【 0 0 4 9 】

次いでステップ 1 5 5 では、ステップ 1 5 4 において算出された気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ に基づいて特定気筒 (N 番気筒) の吸気弁 2 の作用角のば

らつき $\Delta A n g$ が算出される。この吸気弁 2 の作用角のばらつき $\Delta A n g$ の算出は、すべての気筒 # 1 ~ # 4 について行われる。次いでステップ 1 5 6 では、気筒間の吸気弁 2 の作用角のばらつきがなくなるように、つまり、気筒間の吸入空気量のばらつきがなくなるように、吸気弁駆動装置 5 8 によって各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 の作用角が補正される。

【 0 0 5 0 】

第三の実施形態によれば、図 1 1 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁 5 6 の開度に基づいては制限されず、吸気弁 2 のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁 2 のバルブ開特性が設定されているとステップ 1 5 1 において判断されたときには、ステップ 1 5 3 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 1 5 6 において、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁 2 のバルブ開特性のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 のバルブ開特性が変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在していた場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁 2 のバルブ開特性のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 5 1 】

また、第三の実施形態の変形例によれば、図 1 1 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいては制限されず、吸気弁 2 のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁 2 のバルブ開特性が設定されているとステップ 1 5 1 において判断されたときには、ステップ 1 5 3 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 1 5 6 において、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁 2 のバルブ開特性のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 のバルブ開特性が変更せしめられる。そのため

、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在していた場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁 2 のバルブ開特性のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 5 2 】

詳細には、第三の実施形態及びその変形例によれば、図 1 1 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、ステップ 1 5 1 において吸気弁 2 の作用角が最大作用角よりも小さい所定作用角に設定されていると判断されたときには、ステップ 1 5 3 において排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 1 5 6 において、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁 2 の作用角のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 の作用角が変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在していた場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁 2 の作用角のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

言い換えれば、第三の実施形態及びその変形例によれば、図 1 1 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、ステップ 1 5 1 において吸気弁 2 の作用角が最大作用角よりも小さい所定作用角に設定されていると判断されたときには、ステップ 1 5 3 において排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 1 5 6 において、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸入空気量のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 の作用角が変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在していた場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸入空気量のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 5 4 】

図 1 3 は第一及び第二の実施形態及びそれらの変形例の吸気弁作用角ばらつき

学習方法を示したフローチャートである。このルーチンは、図11に示したルーチンと同様に所定時間間隔で実行される。図13に示すように、このルーチンが開始されると、まずステップ150において、図12に示した場合と同様に、図11に示したステップ105の実行が完了したか否かが判断される。全気筒の燃料噴射量の補正が完了しているときにはステップ151に進み、まだ完了していないときには気筒間の吸気弁2の作用角のばらつきを抑制することができないと判断し、このルーチンを終了する。ステップ151では、図12に示した場合と同様に、吸気弁2の作用角が予め定められた閾値以下であるか否かが判断される。YESのときにはステップ152に進み、NOのときには、このルーチンを終了する。

【0055】

ステップ152では、図12に示した場合と同様に、複数気筒#1～#4のうちの特定気筒（N番気筒）の排気ガス空燃比を算出するタイミングであるか否かが判断される。YESのときにはステップ153に進み、NOのときには、このルーチンを終了する。ステップ153では、図12に示した場合と同様に、N番気筒の排気ガス空燃比が数サイクル分ほど検出され、それらの平均空燃比が算出される。次いでステップ154では、図12に示した場合と同様に、各気筒#1～#4の燃料噴射量が等しくなっているとの考えに基づき、ステップ153において算出された各気筒#1～#4の空燃比から気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ が算出される。

【0056】

次いでステップ250では、ステップ154において算出された気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ に基づき、全気筒#1～#4のトルクが等しくなるように各気筒の燃料噴射量が補正される。次いでステップ251では、ステップ154において算出された気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ に基づき、全気筒#1～#4のトルクが等しくなるように各気筒の点火時期が補正される。例えばノッキングが発生しやすい機関高負荷運転時には、吸入空気量が比較的多い気筒の点火時期が遅角せしめられる。

【0057】

第一及び第二の実施形態によれば、図 1 1 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁 5 6 の開度に基づいては制限されず、吸気弁 2 のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁 2 のバルブ開特性が設定されていると図 1 3 のステップ 1 5 1 において判断されたときには、ステップ 1 5 3 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 2 5 0 及びステップ 2 5 1 において燃料噴射量及び点火時期が補正されて、気筒間のトルクのばらつきが抑制される。

【 0 0 5 8 】

また、第一及び第二の実施形態の変形例によれば、図 1 1 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいては制限されず、吸気弁 2 のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁 2 のバルブ開特性が設定されていると図 1 3 のステップ 1 5 1 において判断されたときには、ステップ 1 5 3 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 2 5 0 及びステップ 2 5 1 において燃料噴射量及び点火時期が補正されて、気筒間のトルクのばらつきが抑制される。

【 0 0 5 9 】

以下、本発明の内燃機関の制御装置の第四から第六の実施形態について説明する。第四から第六の実施形態の構成は、それぞれ上述した第一から第三の実施形態の構成とほぼ同様である。また第四から第六の実施形態の変形例の構成は、それぞれ上述した第一から第三の実施形態の変形例の構成とほぼ同様である。

【 0 0 6 0 】

図 1 4 は第四から第六の実施形態及びそれらの変形例の燃料噴射量ばらつき学習方法を示したフローチャートである。このルーチンは、図 1 1 に示した場合と同様に所定時間間隔で実行される。図 1 4 に示すように、このルーチンが開始されると、まずステップ 3 0 0 において、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が最小になっているか否かが判断される。YES のときには、シリンダ 5 0 から吸気管 5 1 への吹き返しガス量が少ないために、シリンダ 5 0 内に吸入される吸入空気量がスロットル弁 5 6 の開度又は吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られ

ている部分の断面積に基づいて決定され、気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量のばらつきが存在するとしても、それに伴って吸入空気量が気筒間でばらつくことはないと判断し、ステップ 1 0 1 に進む。一方、N O のとき、つまり、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が比較的大きいときには、シリンダ 5 0 内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量に基づいて決定され、仮に気筒間のバルブオーバーラップ量のばらつきが存在する場合には吸入空気量が気筒間でばらついてしまい、燃料噴射量のばらつき学習を行うことができないと判断し、このルーチンを終了する。

【 0 0 6 1 】

ステップ 1 0 1 では、図 1 1 に示した場合と同様に、複数気筒 # 1 ~ # 4 のうちの特定気筒 (N 番気筒) の排気ガス空燃比を算出するタイミングであるか否かが判断される。Y E S のときにはステップ 1 0 2 に進み、N O のときには、このルーチンを終了する。ステップ 1 0 2 では、図 1 1 に示した場合と同様に、N 番気筒の排気ガス空燃比が数サイクル分ほど検出され、それらの平均空燃比が算出される。次いでステップ 1 0 3 では、図 1 1 に示した場合と同様に、ステップ 1 0 2 において算出された各気筒 # 1 ~ # 4 の空燃比から気筒間の燃料噴射量のばらつき ΔQ_n が算出される。

【 0 0 6 2 】

次いでステップ 1 0 4 では、図 1 1 に示した場合と同様に、ステップ 1 0 3 において算出された気筒間の燃料噴射量のばらつき ΔQ_n に基づいて燃料噴射量のばらつき率 Q_{rate-n} が算出される。次いでステップ 1 0 5 では、図 1 1 に示した場合と同様に、気筒間の燃料噴射量のばらつきがなくなるように、各気筒 # 1 ~ # 4 の燃料噴射量が補正される。

【 0 0 6 3 】

第四から第六の実施形態によれば、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量に設定されているとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されないように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ

オーバーラップ量が設定されているとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。より詳細には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されず、スロットル弁 5 6 の開度に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が設定されているとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ステップ 1 0 2 においてある気筒の排気ガス空燃比を算出する場合には、不図示のステップにおいて、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されず、スロットル弁 5 6 の開度に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量に設定される。すなわち、1 番気筒 # 1 の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁 5 6 の開度と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁 5 6 の開度とをほぼ等しくしておくことにより、1 番気筒 # 1 の排気ガス空燃比を算出ときにその気筒 # 1 内に吸入される吸入空気量と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比を算出ときにその気筒 # 2 ~ # 4 内に吸入される吸入空気量とを等しくすることができる。

【 0 0 6 4 】

更に第四から第六の実施形態によれば、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比を算出ときにその気筒 # 1 内に吸入される吸入空気量と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比を算出ときにその気筒 # 2 ~ # 4 内に吸入される吸入空気量とが等しくなるとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 5 において、排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきが抑制される。すなわち、すべての気筒の吸入空気量が等しくされた上で、すべての気筒の排気ガス空燃比が等しくなるように燃料噴射量が補正される。そのため、気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制することができる。

【 0 0 6 5 】

言い換えれば、第四から第六の実施形態によれば、気筒内に吸入される吸入空

気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性に基づいては制限されず、スロットル弁 5 6 の開度に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が設定されているとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ステップ 1 0 2 においてある気筒の排気ガス空燃比を算出する場合には、不図示のステップにおいて、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性に基づいては制限されず、スロットル弁 5 6 の開度に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が設定される。

【 0 0 6 6 】

また、スロットル弁 5 6 が設けられていない第四から第六の実施形態の変形例によれば、第四から第六の実施形態と同様に、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量に設定されているとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されないように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が設定されているとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。より詳細には、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されず、吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が設定されているとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ステップ 1 0 2 においてある気筒の排気ガス空燃比を算出する場合には、不図示のステップにおいて、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量に基づいては制限されず、吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量に設定される。

【 0 0 6 7 】

言い換えれば、第四から第六の実施形態の変形例によれば、気筒内に吸入され

る吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性に基づいては制限されず、吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が設定されているとステップ 3 0 0 において判断されたときに、ステップ 1 0 2 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出される。つまり、ステップ 1 0 2 においてある気筒の排気ガス空燃比を算出する場合には、不図示のステップにおいて、その気筒内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性に基づいては制限されず、吸気管 5 1, 5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が設定される。

【 0 0 6 8 】

図 1 5 は第六の実施形態及びその変形例のバルブオーバーラップ量ばらつき学習方法を示したフローチャートである。このルーチンは、図 1 4 に示したルーチンと同様に所定時間間隔で実行される。図 1 5 に示すように、このルーチンが開始されると、まずステップ 1 5 0 において、図 1 2 に示した場合と同様に、図 1 4 に示したステップ 1 0 5 の実行が完了したか否かが判断される。全気筒の燃料噴射量の補正が完了しているときにはステップ 4 5 0 に進み、まだ完了していないときには気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量のばらつきを抑制することができないと判断し、このルーチンを終了する。ステップ 4 5 0 では、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が予め定められた閾値以上であるか否かが判断される。つまり、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁 5 6 の開度に基づいては制限されず、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量に基づいて制限されるように、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が比較的大きい値に設定されているか否かが判断される。YES のときにはステップ 1 5 2 に進み、NO のときには、このルーチンを終了する。

【 0 0 6 9 】

ステップ 1 5 2 では、図 1 2 に示した場合と同様に、複数気筒 # 1 ~ # 4 のうちの特定気筒 (N 番気筒) の排気ガス空燃比を算出するタイミングであるか否かが判断される。YES のときにはステップ 1 5 3 に進み、NO のときには、このルーチンを終了する。ステップ 1 5 3 では、図 1 2 に示した場合と同様に、N 番

気筒の排気ガス空燃比が数サイクル分ほど検出され、それらの平均空燃比が算出される。次いでステップ 1 5 4 では、図 1 2 に示した場合と同様に、各気筒 # 1 ~ # 4 の燃料噴射量が等しくなっているとの考えに基づき、ステップ 1 5 3 において算出された各気筒 # 1 ~ # 4 の空燃比から気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ が算出される。

【 0 0 7 0 】

次いでステップ 4 5 1 では、ステップ 1 5 4 において算出された気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ に基づいて特定気筒 (N 番気筒) の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量のばらつき ΔVO が算出される。この吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量のばらつき ΔVO の算出は、すべての気筒 # 1 ~ # 4 について行われる。次いでステップ 4 5 2 では、気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量のばらつきがなくなるように、つまり、気筒間の吸入空気量のばらつきがなくなるように、吸気弁駆動装置 5 8 によって各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 の開弁時期が補正されると共に、排気弁駆動装置 5 8' によって各気筒 # 1 ~ # 4 の排気弁 3 の閉弁時期が補正される。

【 0 0 7 1 】

第六の実施形態によれば、図 1 4 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁 5 6 の開度に基づいては制限されず、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が設定されていると図 1 5 のステップ 4 5 0 において判断されたときには、ステップ 1 5 3 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 4 5 2 において、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在していた場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 7 2 】

また、第六の実施形態の変形例によれば、図 1 4 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気管 5 1、5 2 内の最も絞られている部分の断面積に基づいては制限されず、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が設定されていると図 1 5 のステップ 4 5 0 において判断されたときには、ステップ 1 5 3 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 4 5 2 において、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在していた場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 7 3 】

詳細には、第六の実施形態及びその変形例によれば、図 1 4 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、図 1 5 のステップ 4 5 0 において吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量よりも大きい所定バルブオーバーラップ量に設定されていると判断されたときには、ステップ 1 5 3 において排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 4 5 2 において、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量の変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在していた場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 7 4 】

言い換えれば、第六の実施形態及びその変形例によれば、図 1 4 のステップ 1 0 5 において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、図 1 5 のステップ 4 5 0 において吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が最小バルブオーバーラップ量よりも大きい所定バルブオーバーラップ量に設定されていると判断されたときには、ステップ 1 5 3 において排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 4 5 2 において、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の吸入空気量のばらつきが抑制される。つまり、気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した上で、ある気筒 # 1 の排気ガス空燃比と他の気筒 # 2 ~ # 4 の排気ガス空燃比とが等しくなるように各気筒 # 1 ~ # 4 の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が変更せしめられる。そのため、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在していた場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸入空気量のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 7 5 】

図 1 6 は第四及び第五の実施形態及びそれらの変形例のバルブオーバーラップ量ばらつき学習方法を示したフローチャートである。このルーチンは、図 1 4 に示したルーチンと同様に所定時間間隔で実行される。図 1 6 に示すように、このルーチンが開始されると、まずステップ 1 5 0 において、図 1 5 に示した場合と同様に、図 1 4 に示したステップ 1 0 5 の実行が完了したか否かが判断される。全気筒の燃料噴射量の補正が完了しているときにはステップ 4 5 0 に進み、まだ完了していないときには気筒間の吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量のばらつきを抑制することができないと判断し、このルーチンを終了する。ステップ 4 5 0 では、図 1 5 に示した場合と同様に、吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブオーバーラップ量が予め定められた閾値以上であるか否かが判断される。YES のときにはステップ 1 5 2 に進み、NO のときには、このルーチンを終了する。

【 0 0 7 6 】

ステップ 1 5 2 では、図 1 5 に示した場合と同様に、複数気筒 # 1 ~ # 4 のうちの特定気筒 (N 番気筒) の排気ガス空燃比を算出するタイミングであるか否かが判断される。YES のときにはステップ 1 5 3 に進み、NO のときには、この

ルーチンを終了する。ステップ153では、図15に示した場合と同様に、N番気筒の排気ガス空燃比が数サイクル分ほど検出され、それらの平均空燃比が算出される。次いでステップ154では、図15に示した場合と同様に、各気筒#1～#4の燃料噴射量が等しくなっているとの考えに基づき、ステップ153において算出された各気筒#1～#4の空燃比から気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ が算出される。

【0077】

次いでステップ250では、図13に示した場合と同様に、ステップ154において算出された気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ に基づき、全気筒#1～#4のトルクが等しくなるように各気筒の燃料噴射量が補正される。次いでステップ251では、図13に示した場合と同様に、ステップ154において算出された気筒間の吸入空気量のばらつき ΔQ に基づき、全気筒#1～#4のトルクが等しくなるように各気筒の点火時期が補正される。例えばノッキングが発生しやすい機関高負荷運転時には、吸入空気量が比較的多い気筒の点火時期が遅角せしめられる。

【0078】

第四及び第五の実施形態によれば、図14のステップ105において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量がスロットル弁56の開度に基づいては制限されず、吸気弁2及び排気弁3のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁2及び排気弁3のバルブ開特性が設定されていると図16のステップ450において判断されたときには、ステップ153において、その気筒の排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ250及びステップ251において燃料噴射量及び点火時期が補正されて、気筒間のトルクのばらつきが抑制される。

【0079】

また、第四及び第五の実施形態の変形例によれば、図14のステップ105において気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制した後、気筒内に吸入される吸入空気量が吸気管51、52内の最も絞られている部分の断面積に基づいては制限されず、吸気弁2及び排気弁3のバルブ開特性に基づいて制限されるように吸気弁

2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が設定されていると図 1 6 のステップ 4 5 0 において判断されたときには、ステップ 1 5 3 において、その気筒の排気ガス空燃比が算出され、次いでステップ 2 5 0 及びステップ 2 5 1 において燃料噴射量及び点火時期が補正されて、気筒間のトルクのばらつきが抑制される。

【 0 0 8 0 】

以下、本発明の内燃機関の制御装置の第七の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、上述した第一から第六の実施形態及びそれらの変形例のいずれかの構成と、後述する構成とを組み合わせたものである。図 1 7 は第七の実施形態の内燃機関の制御装置の概略構成図である。図 1 7 において、図 1 ～図 1 0 に示した参照番号と同一の参照番号は、図 1 ～図 1 0 に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示している。2 2' は ECU 2 2 の一部を構成する吸入空気量演算部、2 2'' は ECU 2 2 の他の一部を構成するニューラルネットワークによる遅れ系演算部、6 0 はニューラルネットワークである。ニューラルネットワーク 6 0 は、例えば特開平 9 - 8 8 6 8 5 号公報に記載された公知のニューラルネットワークとほぼ同様に構成されている。

【 0 0 8 1 】

本実施形態では、機関過渡運転時にバルブリフト量変更装置 9、9'、開閉タイミングシフト装置 1 1、1 1'、吸気弁駆動装置 5 8 及び排気弁駆動装置 5 8' が有する遅れを補うために、ニューラルネットワーク 6 0 を用いて気筒間のばらつきが抑制される。具体的には、機関過渡運転時に吸入空気量を算出する場合、エアフローメータ 1 9 の出力値、スロットル弁 5 6 の開度、スロットル弁開度の変化率、吸気弁 2 の開弁時期、吸気弁 2 の閉弁時期、機関回転数、水温、油温、油圧、吸入空気温センサ 2 1 の出力値に基づいて吸入空気量を推定し、その吸入空気量と空燃比センサ 5 7 の出力値に基づいて算出された空気量との差分から、ニューラルネットワークによる遅れが学習される。その結果、どのような条件下においても実際の空燃比を目標空燃比に精度良く一致させることができる。

【 0 0 8 2 】

つまり、吸入空気量遅れの演算部にニューラルネットワークを適用し、上述したデータに基づいて吸入空気量を算出する。その吸入空気量に基づいて算出され

た燃料噴射量と、そのサイクルでの実際の排気ガス空燃比とから誤差が検出される。あらゆるパターンでこれを繰り返し、各パラメータの感度係数を修正していくことにより、どのような機関運転条件下においても実際の空燃比を目標空燃比に精度良く一致させることができる。

【0083】

【発明の効果】

請求項1～10に記載の発明によれば、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁開度と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときのスロットル弁開度とをほぼ等しくしておくことにより、ある気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量と他の気筒の排気ガス空燃比を算出するときにその気筒内に吸入される吸入空気量とを等しくすることができる。更に、特開平6-213044号公報に記載された多気筒内燃機関の制御装置のように気筒間の空燃比のばらつきが抑制されるものの、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合に気筒間のトルクのばらつきが生じてしまい、脈動が生じてしまうのを回避することができる。つまり、気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制することができる。

【0084】

請求項11及び12に記載の発明によれば、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁及び排気弁のバルブ開特性のばらつきを抑制することができる。

【0085】

請求項13に記載の発明によれば、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸入空気量のばらつきを抑制することができる。

【0086】

請求項14に記載の発明によれば、気筒間の燃料噴射量のばらつきが存在する場合であっても、気筒間のトルクのばらつきを生じさせることなく気筒間の吸気弁の作用角のばらつきを抑制することができる。

【0087】

請求項 1 5 に記載の発明によれば、ニューラルネットワークを用いない場合よりも効果的に気筒間のばらつきを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の内燃機関の制御装置の第一の実施形態の概略構成図である。

【図 2】

図 1 に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の詳細図である。

【図 3】

図 2 に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の平面図である。

【図 4】

図 1 に示した吸気弁用カム及びカムシャフトの詳細図である。

【図 5】

図 1 に示したバルブリフト量変更装置等の詳細図である。

【図 6】

バルブリフト量変更装置が作動されるのに伴って吸気弁のバルブリフト量に変化する様子を示した図である。

【図 7】

図 1 に示した開閉タイミングシフト装置等の詳細図である。

【図 8】

開閉タイミングシフト装置が作動されるのに伴って吸気弁の開閉タイミングがシフトする様子を示した図である。

【図 9】

第二の実施形態の内燃機関の制御装置の吸気系等の詳細図である。

【図 1 0】

第三の実施形態の内燃機関の制御装置の吸気系等の詳細図である。

【図 1 1】

第一から第三の実施形態及びそれらの変形例の燃料噴射量ばらつき学習方法を示したフローチャートである。

【図 1 2】

第三の実施形態及びその変形例の吸気弁作用角ばらつき学習方法を示したフローチャートである。

【図 1 3】

第一及び第二の実施形態及びそれらの変形例の吸気弁作用角ばらつき学習方法を示したフローチャートである。

【図 1 4】

第四から第六の実施形態及びそれらの変形例の燃料噴射量ばらつき学習方法を示したフローチャートである。

【図 1 5】

第六の実施形態及びその変形例のバルブオーバーラップ量ばらつき学習方法を示したフローチャートである。

【図 1 6】

第四及び第五の実施形態及びそれらの変形例のバルブオーバーラップ量ばらつき学習方法を示したフローチャートである。

【図 1 7】

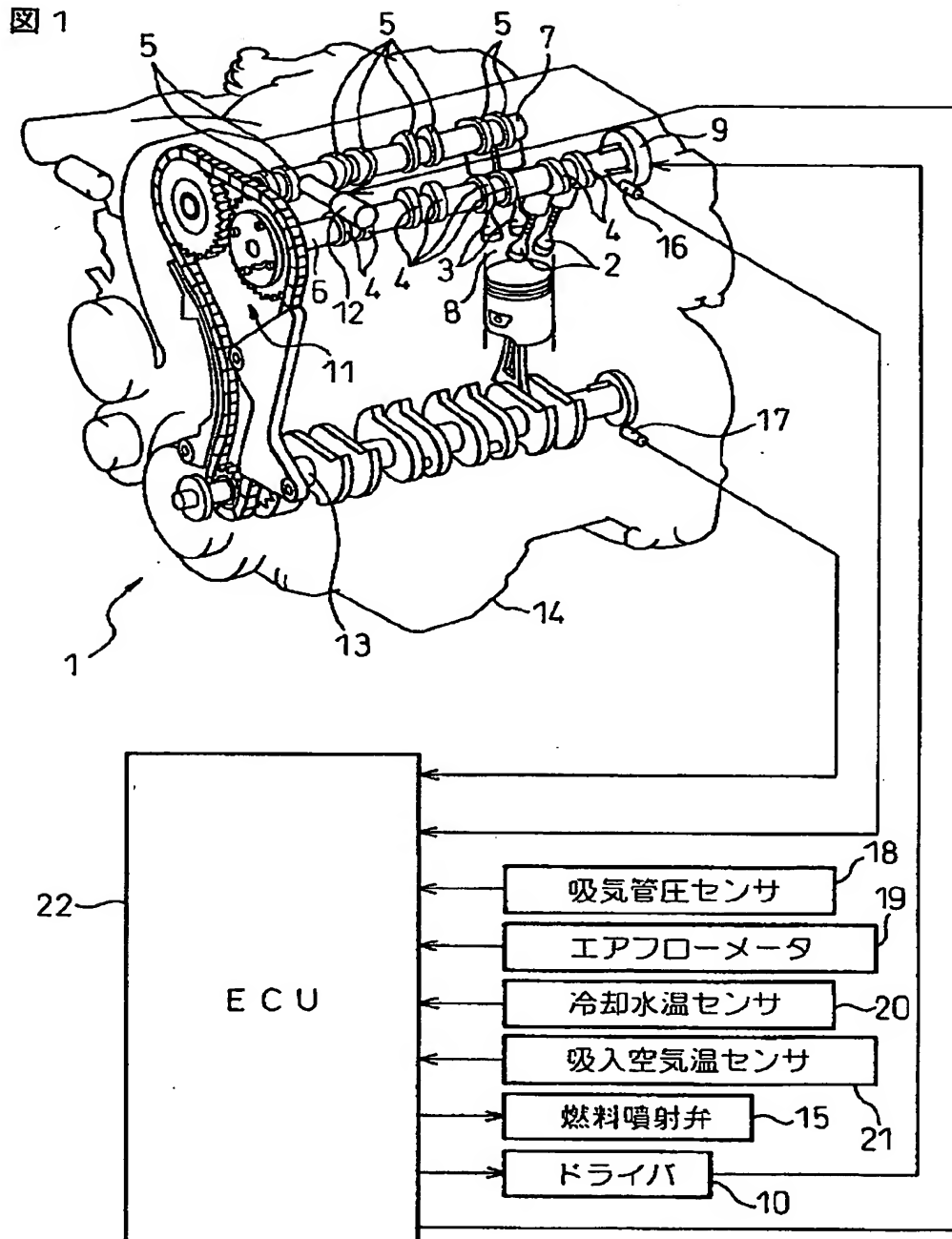
第七の実施形態の内燃機関の制御装置の概略構成図である。

【符号の説明】

- 1 … 内燃機関
- 2 … 吸気弁
- 3 … 排気弁
- 4, 5 … カム
- 6, 7 … カムシャフト
- 8 … 気筒内の燃焼室
- 9 … バルブリフト量変更装置
- 11 … 開閉タイミングシフト装置
- 56 … スロットル弁
- 57 … 空燃比センサ
- 58 … 吸気弁駆動装置
- 58' … 排気弁駆動装置

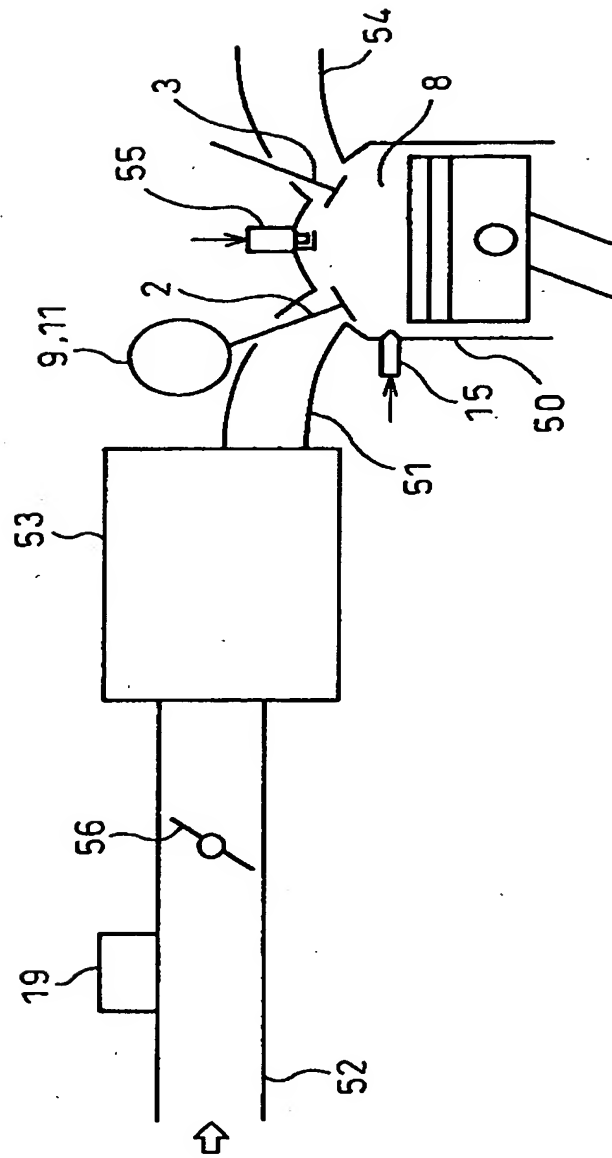
【書類名】 図面

【図 1】



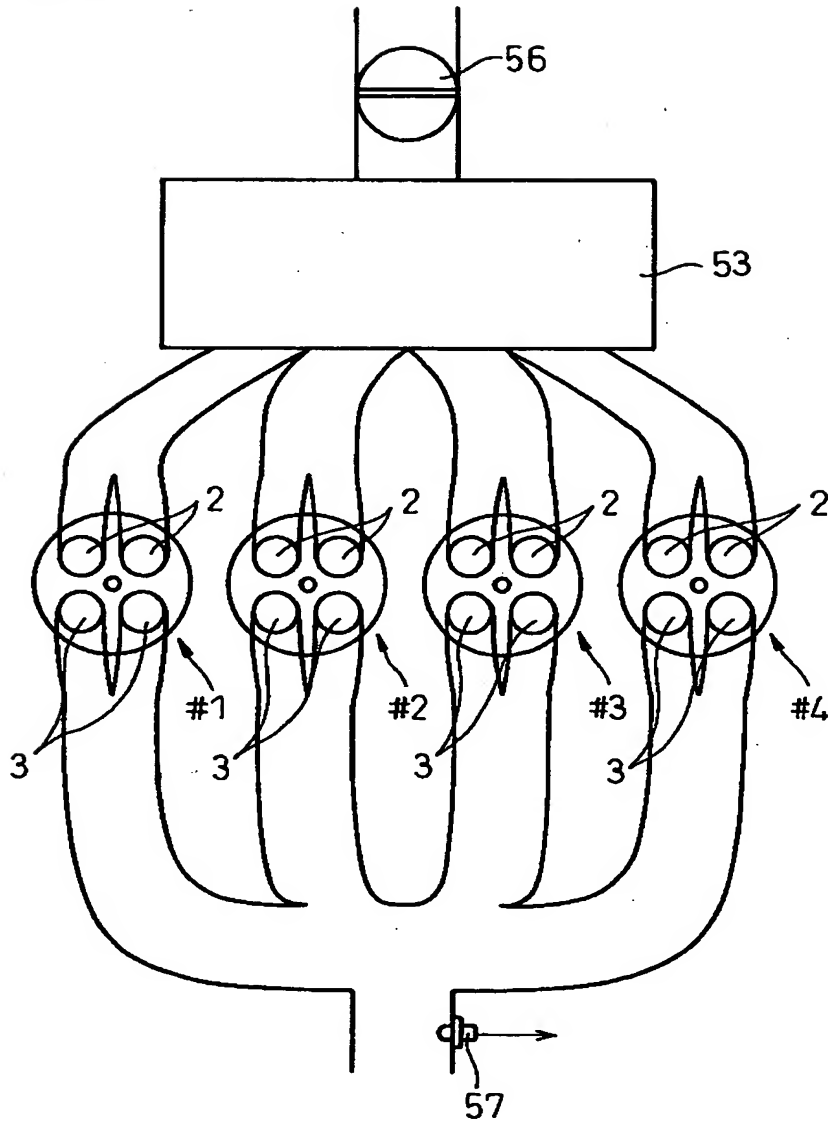
【図 2】

図 2



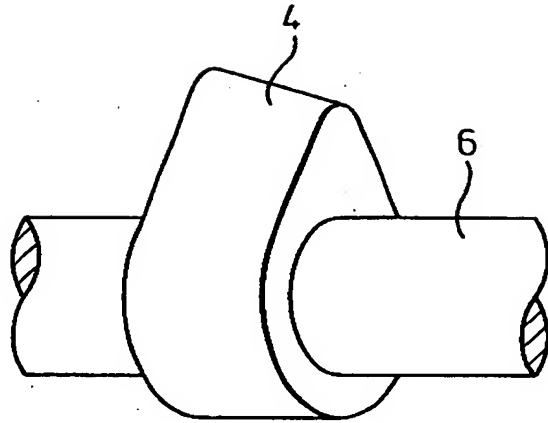
【図 3】

図 3



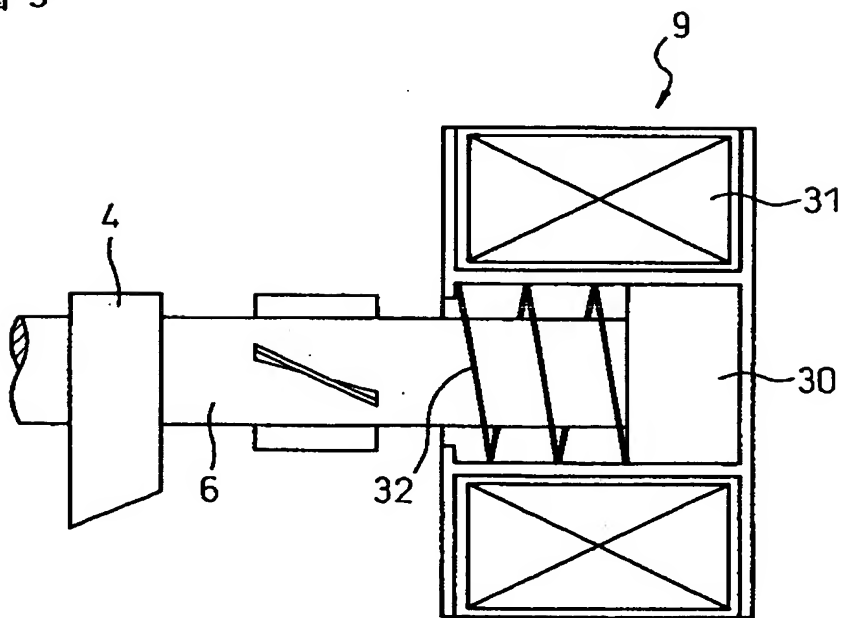
【図 4】

図 4



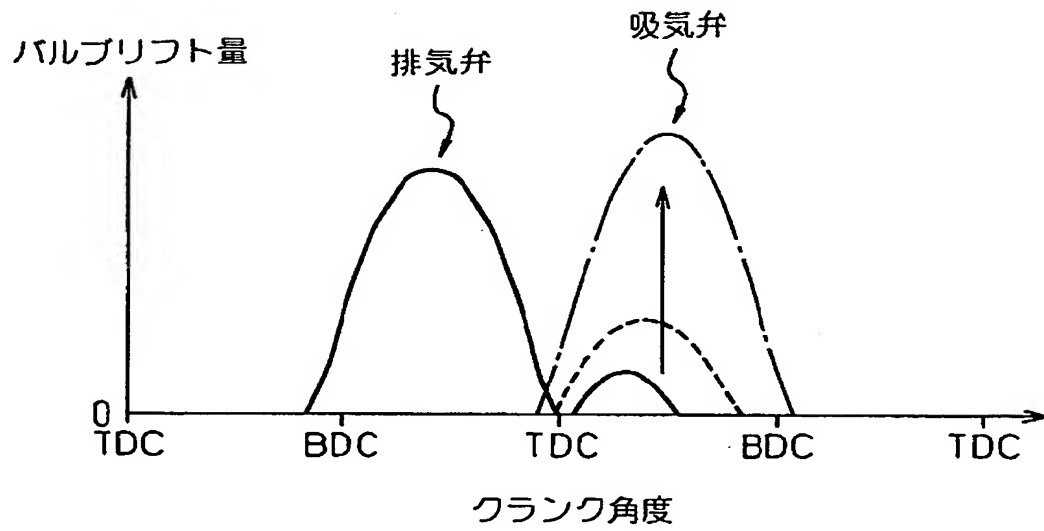
【図 5】

図 5



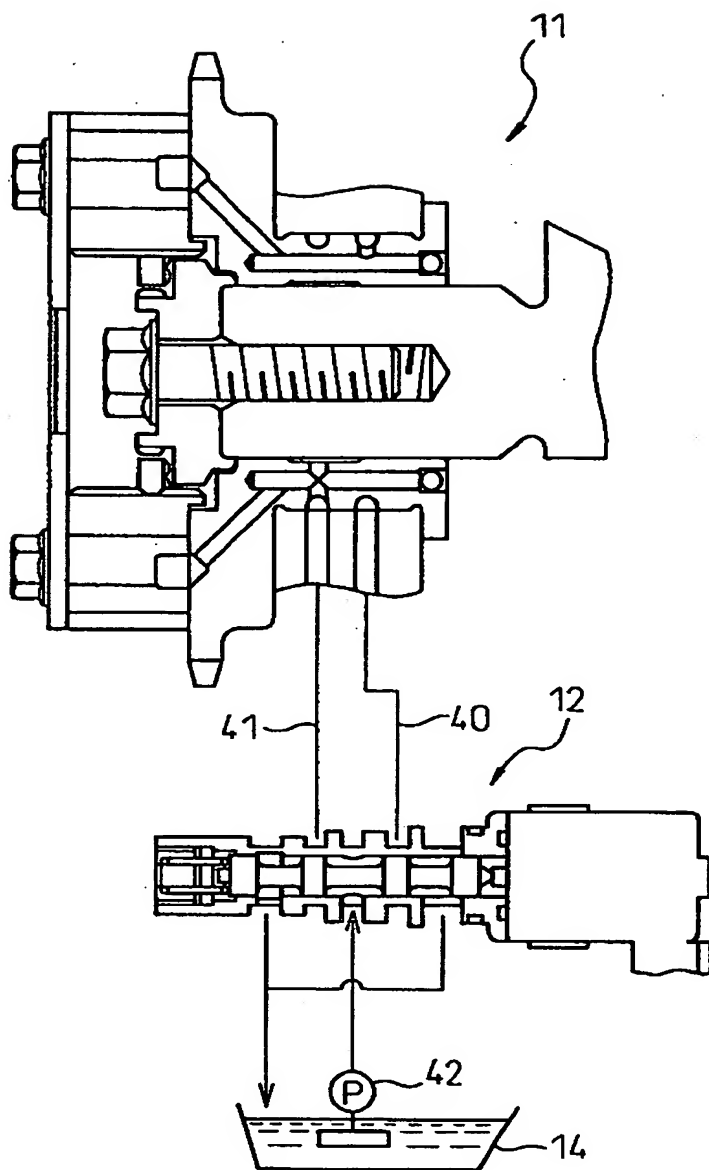
【図6】

図 6



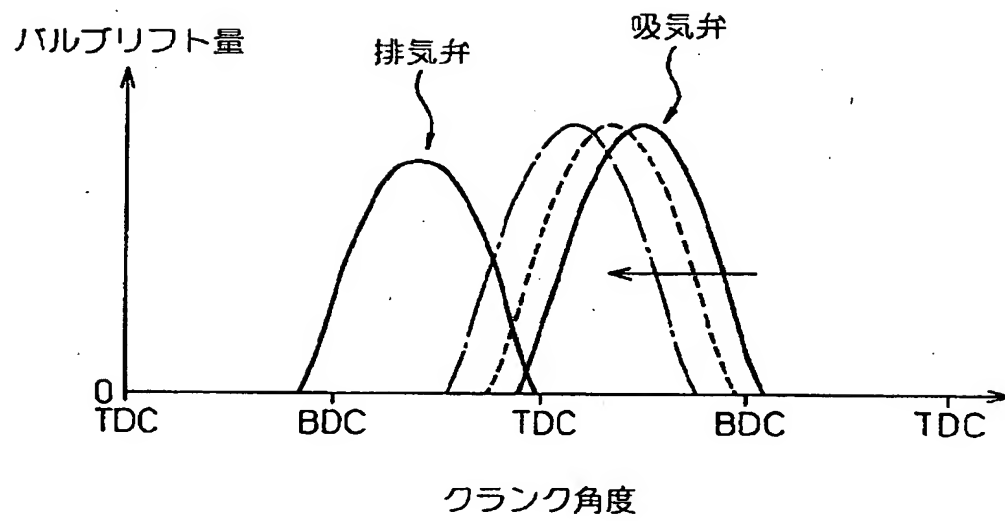
【図7】

図7



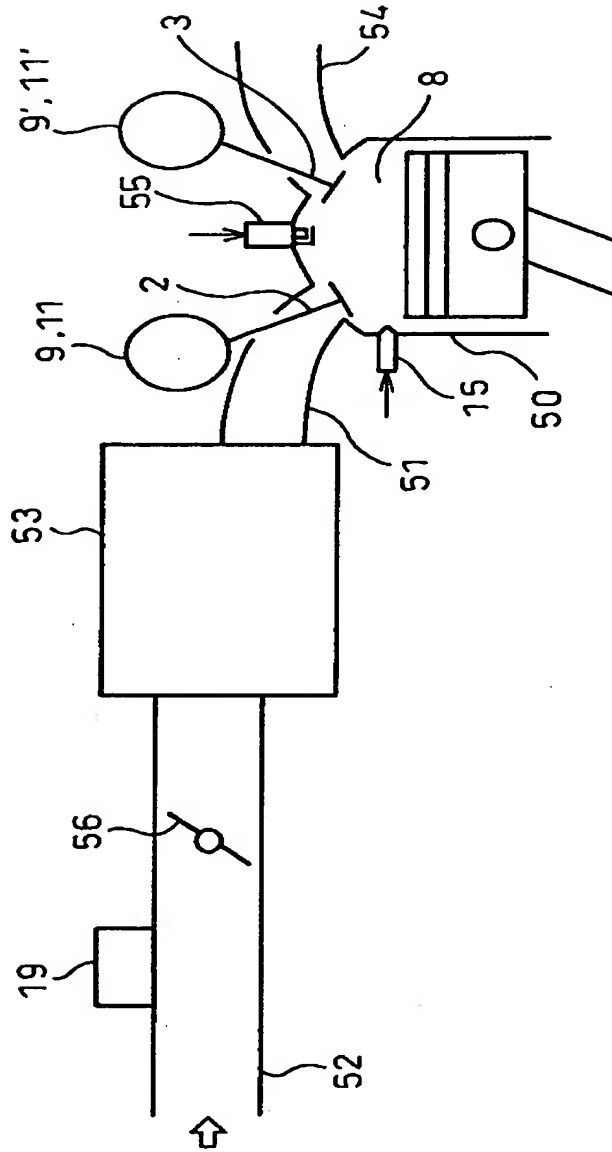
【図 8】

図 8



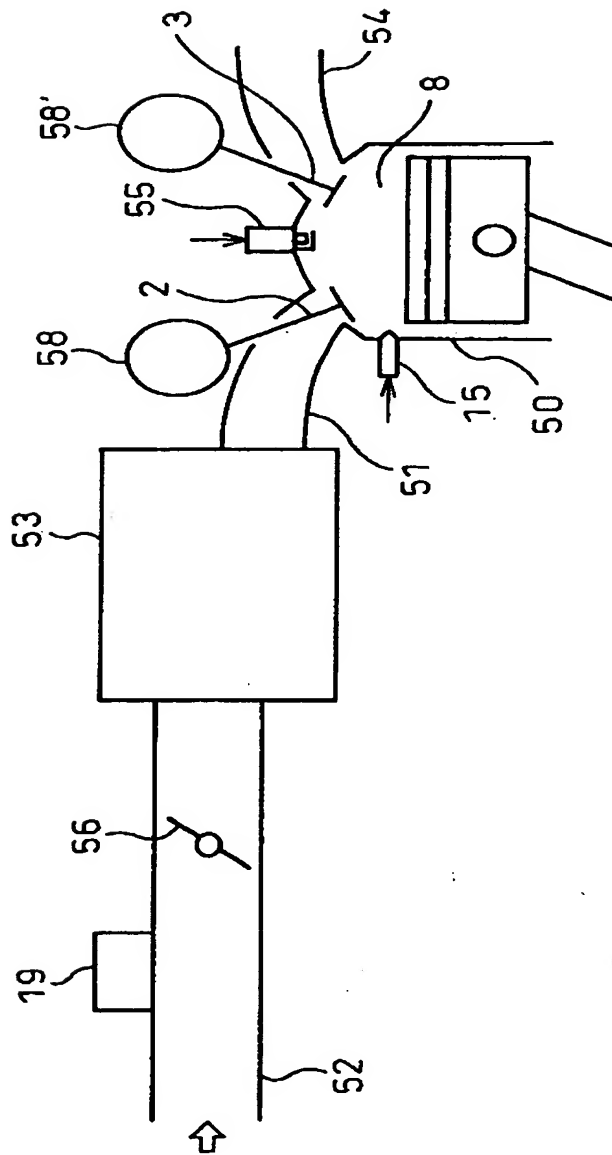
【図9】

図 9



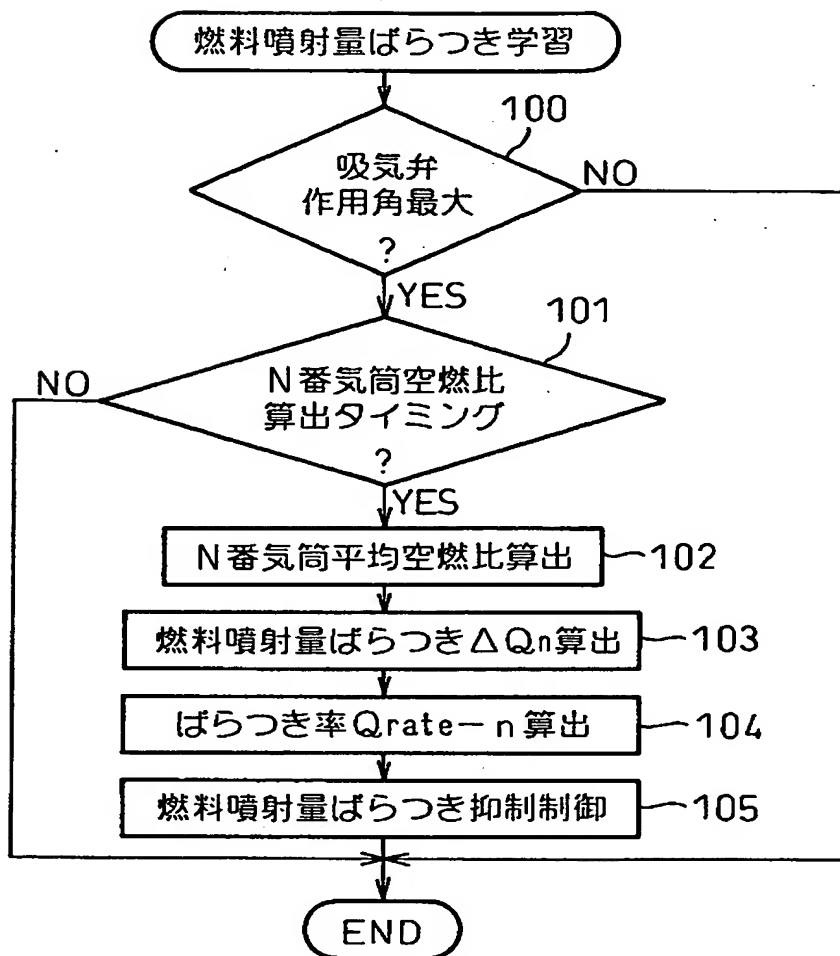
【図10】

図 10



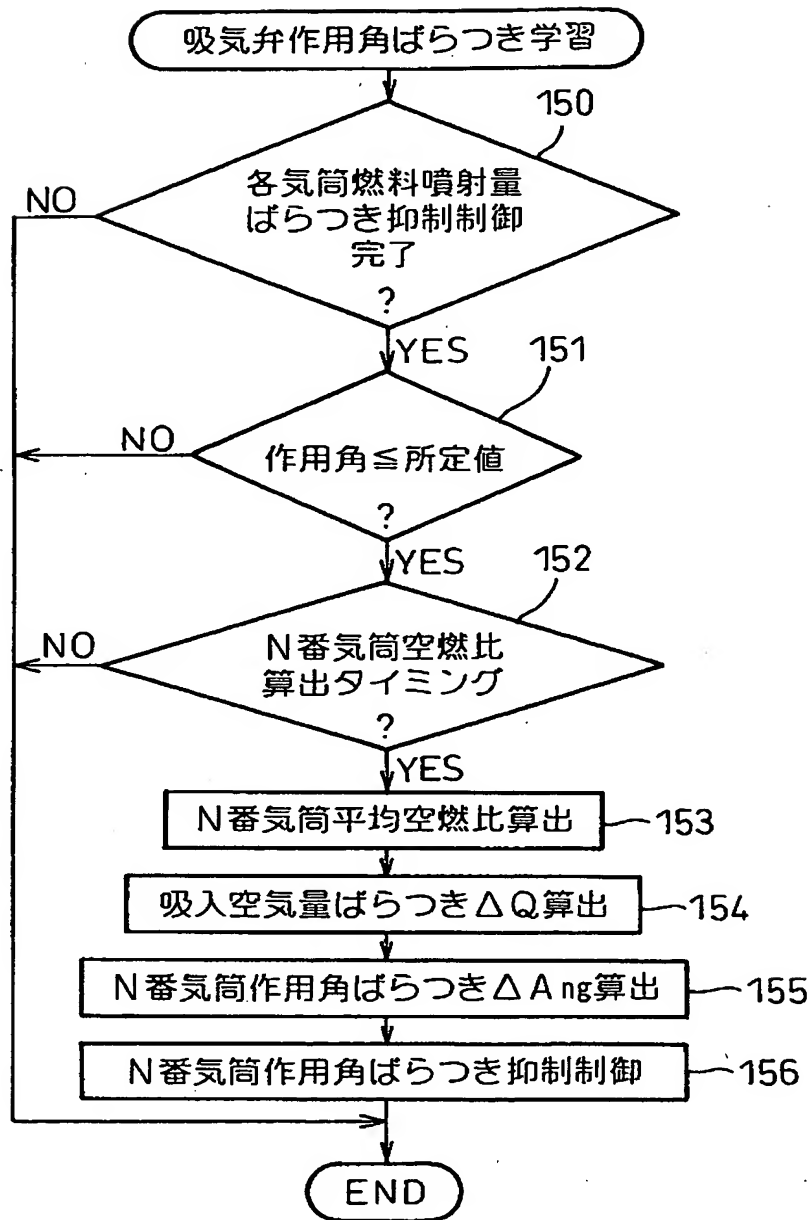
【図11】

図 11



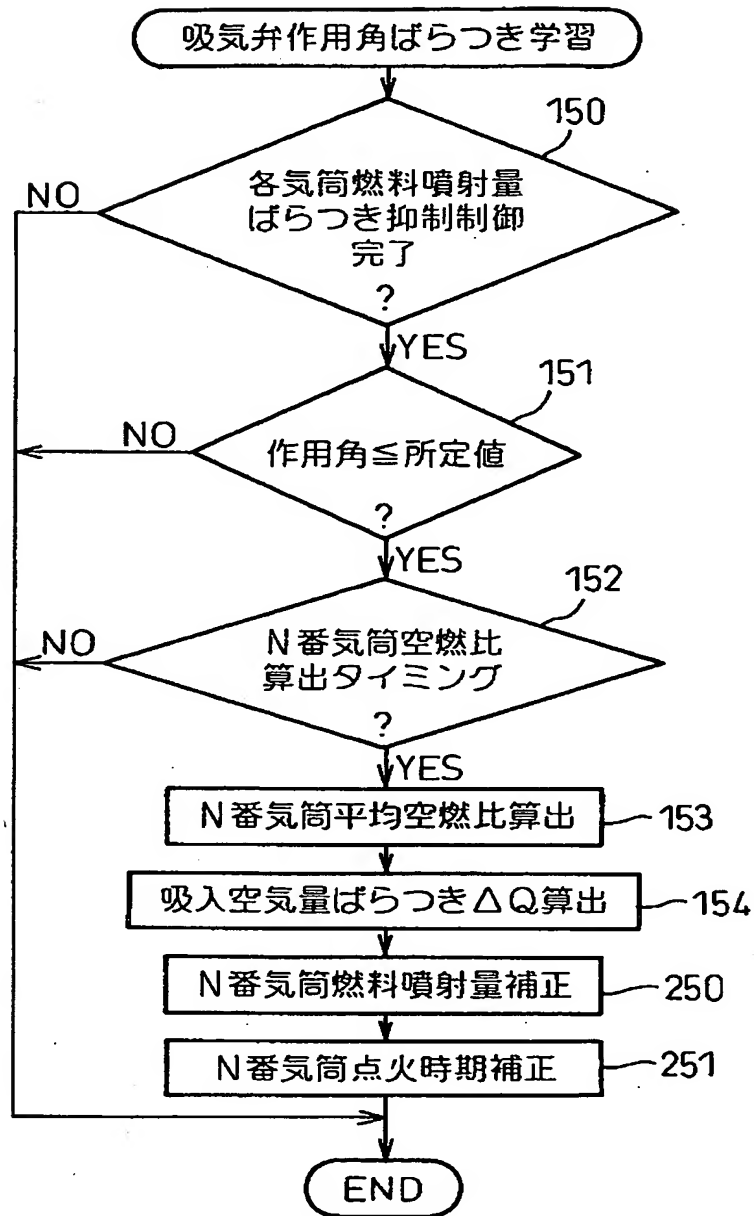
【図 12】

図 12



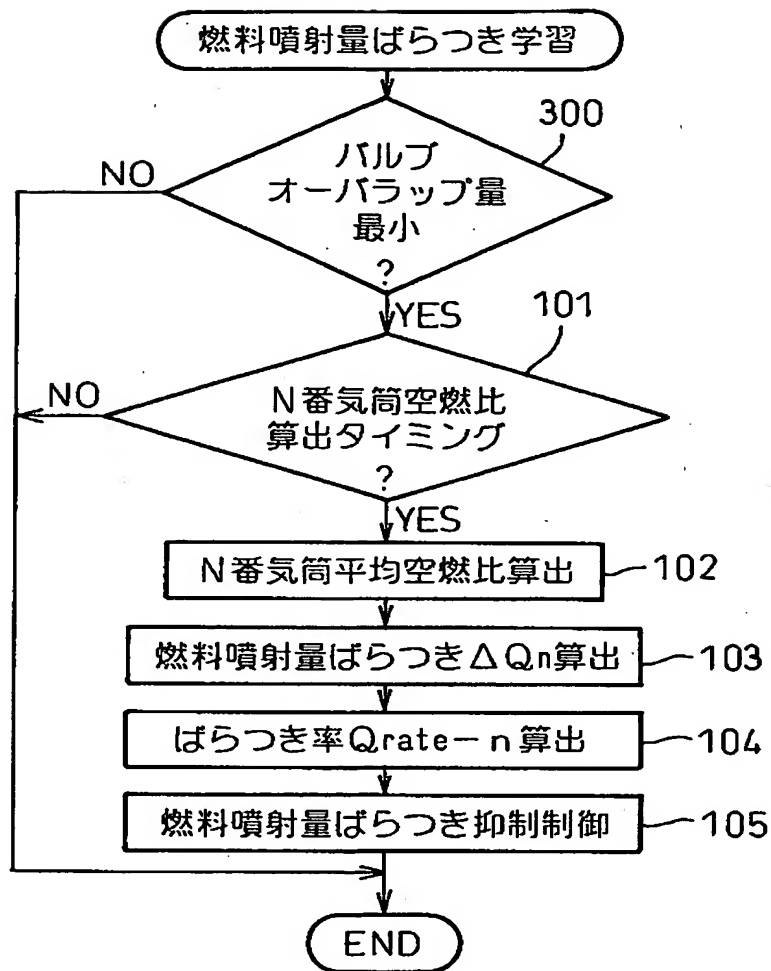
【図 13】

図 13



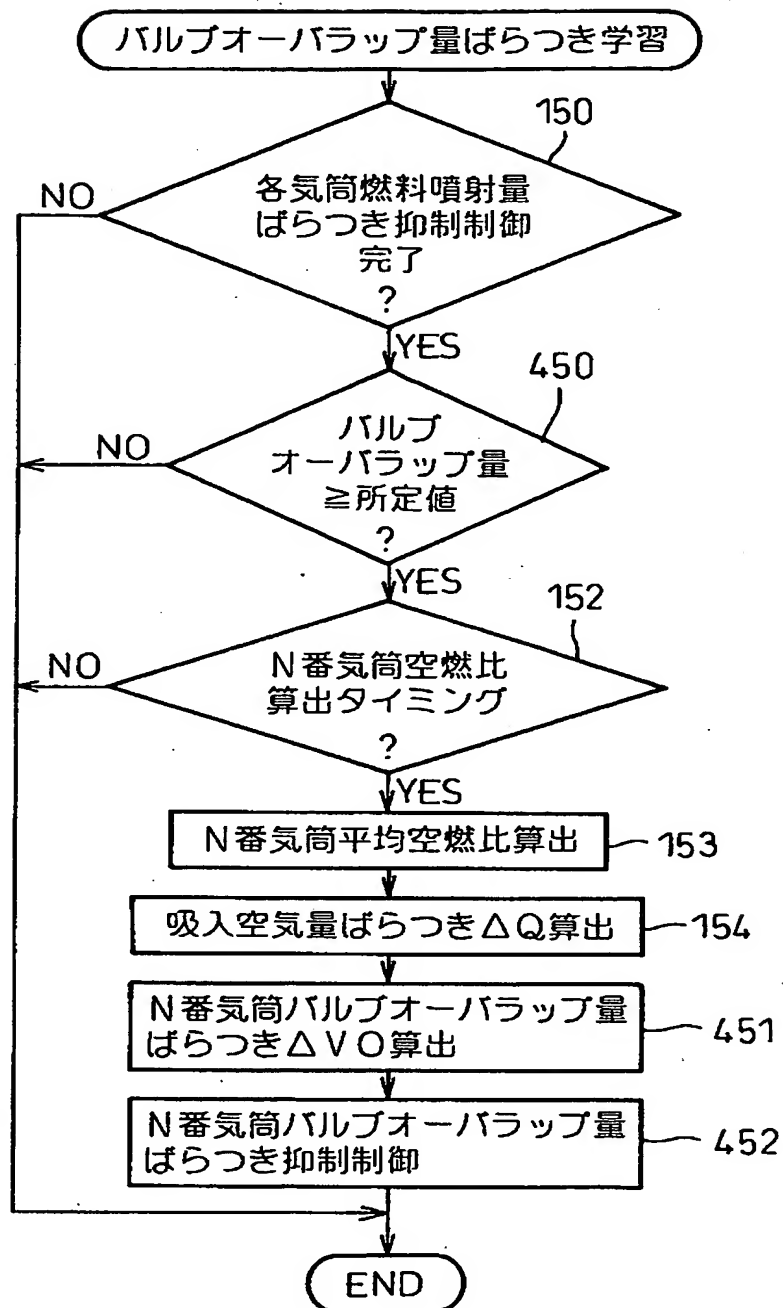
【図14】

図 14



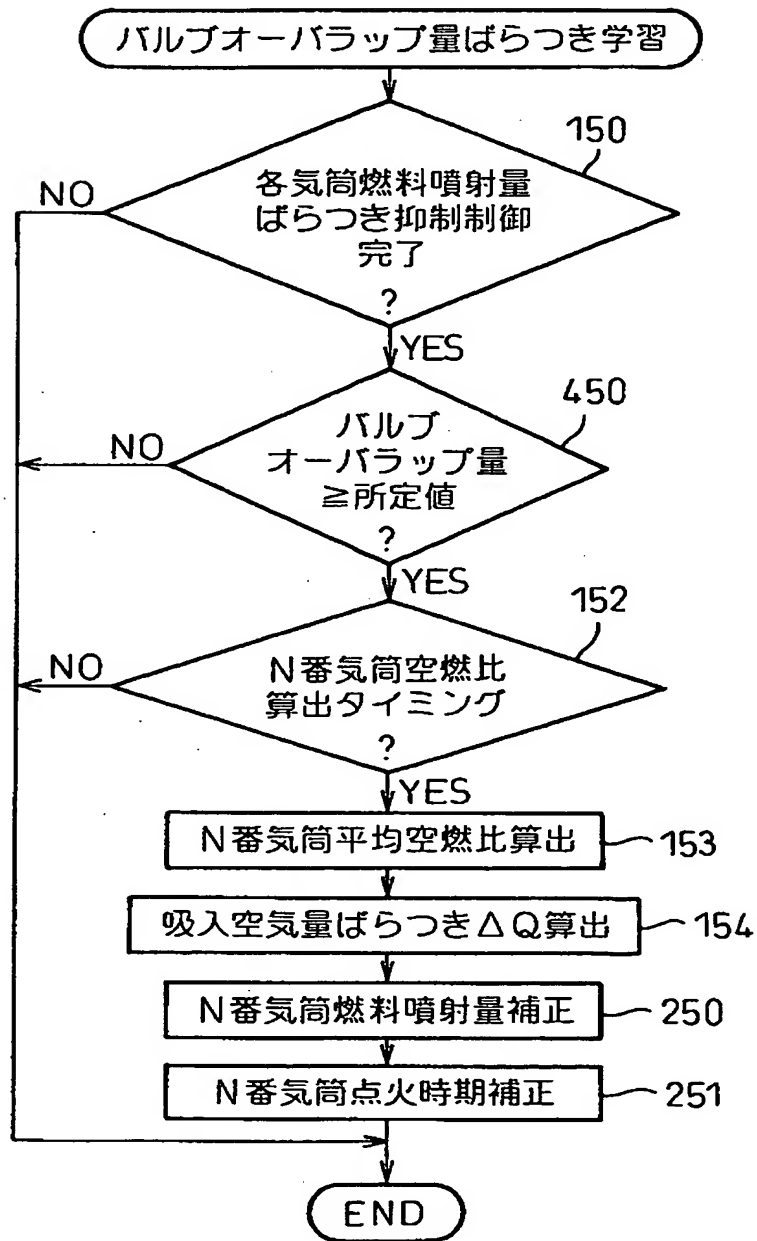
【図15】

図 15



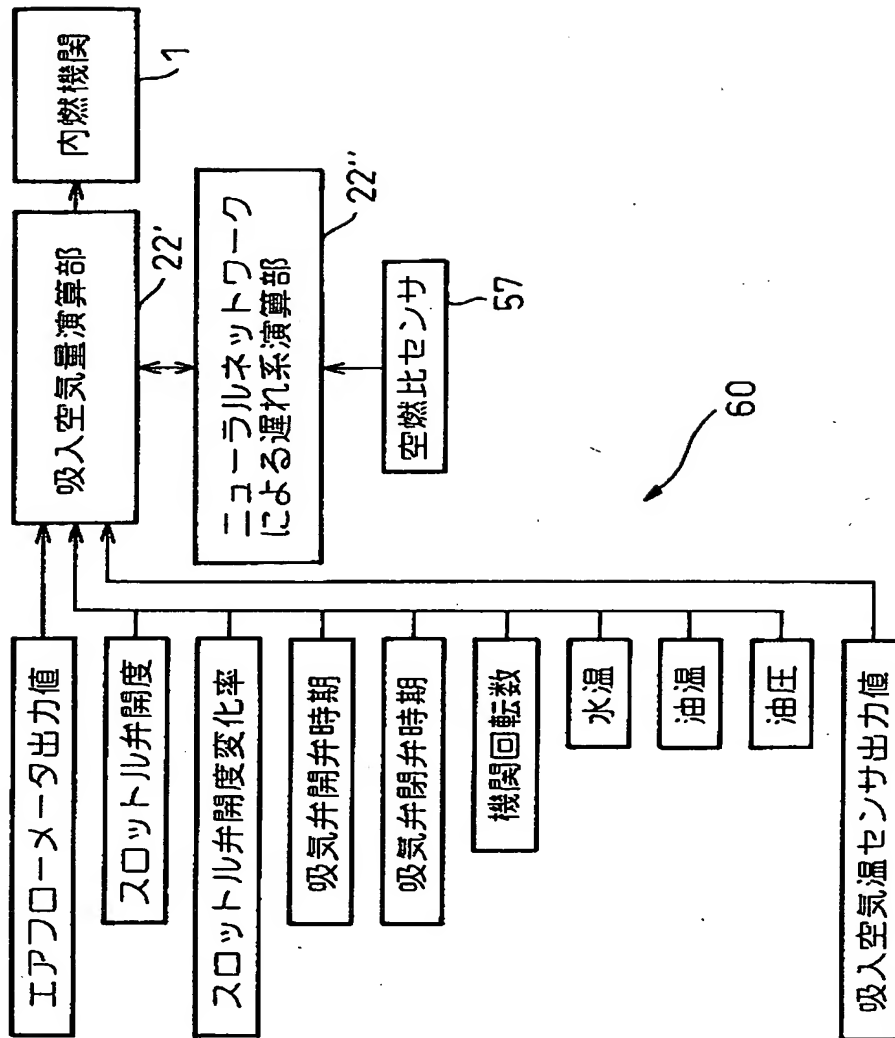
【図 1 6】

図 16



【図 17】

図 17



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 気筒間の空燃比のばらつきを抑制すると共に気筒間のトルクのばらつきを抑制する。

【解決手段】 吸気弁 2 の作用角が例えば最大作用角のような所定作用角に設定されている気筒 # 1 ～ # 4 の排気ガス空燃比を空燃比センサ 5 7 の出力値に基づいて算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制する。つまり、気筒 # 1 ～ # 4 内に吸入される吸入空気量が吸気弁 2 又は排気弁 3 のバルブ開特性に基づいては制限されず、例えばスロットル弁 5 6 の開度に基づいて制限されるように吸気弁 2 及び排気弁 3 のバルブ開特性が設定されている気筒 # 1 ～ # 4 の排気ガス空燃比を算出し、その排気ガス空燃比に基づいて気筒間の燃料噴射量のばらつきを抑制する。次いで気筒間のバルブ開特性のばらつきを抑制する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名 トヨタ自動車株式会社